

**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANALYSE DES  
VERBRENNUNGSGERÄUSCHES IN EINEM ZYLINDER EINER  
BRENNKRAFTMASCHINE**

Die Erfindung geht von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Analyse des Verbrennungsgeräusches bei der Kraftstoffeinspritzung in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der nebengeordneten Ansprüche 1 und 9 aus. Es ist schon bekannt, das Verbrennungsgeräusch, das durch die Druckwellen bei der Zündung des Kraftstoff-Luftgemisches in der Brennkammer entsteht, mit Hilfe eines Klopfensors zu erfassen. Der Klopfsensor erfasst jedoch nicht nur die direkten Verbrennungsgeräusche, sondern auch alle weiteren Störgeräusche, sowohl der Brennkraftmaschine selbst als auch in ihrer Umgebung.

Es ist weiter bekannt, die Störgeräusche zumindest teilweise dadurch zu beschränken, dass die Geräuschemessung nur innerhalb eines feststehenden Messfensters aktiviert beziehungsweise ausgewertet wird, das beispielsweise nach der Einspritzung einer ersten Einspritzung gestartet und nach erfolgter Verbrennung eines nachfolgenden Einspritzimpulses beendet wird. Dieses Verfahren bringt zwar eine gewisse Verbesserung für die Auswertung des erfassten Verbrennungsgeräusches, enthält jedoch noch einen hohen Anteil an unerwünschten Störgeräuschen. Hinzukommt, dass das feststehende Messfenster nicht an die einzelnen Einspritzimpulse mit ihren unterschiedlichen Einspritzmengen angepasst werden kann. Da jedoch die Intensität des Verbrennungsgeräusches ein Maß für die eingespritzte Kraftstoffmenge ist, können die im aufgenommenen Verbrennungsgeräusch enthaltenen Störgeräusche bei der Auswertung zu unzuverlässigen Ergebnissen führen. Das bekannte Verfahren ist daher zum Beispiel für die Bestimmung einer eingespritzten Kraftstoffmenge als kritisch anzusehen.

Ein weiteres Problem besteht auch darin, dass insbesondere bei der Adaption minimaler Einspritzmengen für eine Brennkraftmaschine jedes einzelne Verbrennungsgeräusch eines Einspritzimpulses möglichst exakt und zuverlässig erfasst werden muss, um beispielsweise die Verbrennungsgeräusche zwischen einer oder mehreren Voreinspritzungen und der nachfolgenden Haupteinspritzung exakt analysieren zu können. Solche Anforderungen werden insbesondere an moderne, mit Kraftstoff-Direkteinspritzung arbeitenden Brennkraftmaschinen wie Diesel- oder Benzinmotoren mit piezoelektrischen Injektoren gestellt, bei denen die Einspritzimpulse eines Zyklusses in sehr geringen zeitlichen Abständen aktiviert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren beziehungsweise eine Vorrichtung anzugeben, mit dem bzw. mit der das bei der Kraftstoffeinspritzung entstehende Verbrennungsgeräusch einer Brennkraftmaschine sicherer und verlässlicher ermittelt werden kann. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 9 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der Vorrichtung zur Analyse des Verbrennungsgeräusches bei der Kraftstoffeinspritzung in eine Brennkammer einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 9 ergibt sich der Vorteil, dass im wesentlichen das Verbrennungsgeräusch eines individuellen Einspritzimpulses erfasst wird. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass für die Erfassung des Verbrennungsgeräusches das kleinste mögliche Messfenster gebildet werden kann. Dieses Messfenster ist nicht feststehend, sondern ist variierbar und wird an Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine angepasst. Damit ist es möglich, gegenüber den bekannten Verfahren auch eine kleine Kraftstoffmenge eines einzelnen Einspritzimpulses mit verbesserter Zuverlässigkeit zu bestimmen. Dagegen kann bei bekannten Verfahren lediglich pauschal festgestellt werden, ob eine Einspritzung beziehungsweise eine Verbrennung erfolgt ist oder nicht.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 9 angegebenen Verfahrens beziehungsweise der Vorrichtung gegeben. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass die Endposition des Messfensters so gelegt wird, dass weitere Einspritz- und Verbrennungsgeräusche eines nachfolgenden Einspritzimpulses nicht mehr erfasst werden können. Da der Beginn eines nachfolgenden Einspritzimpulses durch ein Steuergerät bestimmt wird, kann dieser Zeitpunkt beziehungsweise ein korrespondierender Drehwinkel der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine auf einfache Weise vorteilhaft genutzt werden, nur in Verbindung mit einem Schätzwert für die Zündverzögerung das Messfenster zu schließen. Dieser Zeitpunkt wird für jeden Einspritzimpuls individuell bestimmt und ist somit an die Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine adaptierbar.

Wenn die Endposition für das Messfenster bekannt ist, lässt sich durch Zurückrechnen sehr einfach eine Startposition für das Messfenster bestimmen und somit dessen zeitliche Länge festlegen. Auf diese Weise gelingt es, das Messfenster für den Einspritzimpuls beziehungsweise an dessen Verbrennungsgeräusch optimal anzupassen.

Eine vorteilhafte Lösung wird auch darin gesehen, die Startposition des Messfensters zu Beginn des Einspritzimpulses zu legen, da dieser Zeitpunkt vorgegeben wird. Alternativ ist vorgesehen, die Startposition zu Beginn des auftretenden Verbrennungsgeräusches zu legen, der beispielsweise durch den ansteigenden Geräuschpegel leicht messbar ist.

Eine weitere vorteilhafte Lösung für die Bestimmung der Startposition und/oder der Länge des Messfensters besteht auch darin, die Hüllkurve auszuwerten, die aus dem Verbrennungsgeräusch gebildet werden kann. Die Hüllkurve kann vor-

teilhaft durch Gleichrichtung der empfangenen Geräuschsignale gebildet werden.

Wird die Hüllkurve über zwei benachbarte Einspritzimpulse  
5 aufgenommen, dann kann durch ein Tiefpassfilter eine einfache Auswertung im Hinblick auf ein lokales Minimum durchgeführt werden. An Hand des lokalen Minimums können die beiden Einspritzimpulse beziehungsweise deren Verbrennungsgeräusche leicht unterschieden werden. Dadurch ergibt sich ebenfalls  
10 eine einfache Lösung für die Festlegung der Startposition/Endposition des Messfensters.

Treten mehrere lokale Minimalwerte auf, dann wird für die Startposition der kleinste Minimalwert gewählt, da dieser die  
15 größte Wahrscheinlichkeit für den Beginn des Verbrennungsgeräusches liefert. Alle zuvor aufgetretenen Störgeräusche werden somit in vorteilhafter Weise nicht erfasst.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass es von Vorteil ist, wenn  
20 das Messfenster bei einem Kurbelwellenwinkel etwa im Bereich  $\pm 4^\circ$  crk bezüglich des Beginns des Einspritzimpulses gestartet wird. Dabei sind für die exakte Festlegung auch eine Zündverzögerung sowie die speziellen Parameter eines Motortyps zu berücksichtigen.

25 Durch die optimierte Erfassung und Auswertung des Verbrennungsgeräusches kann die Vorrichtung beispielsweise mit Hilfe einer Vergleichstabelle aus der Intensität des Verbrennungsgeräusches eine tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge  
30 bestimmen. Dieses kann insbesondere bei mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Diesel- und Benzinmotoren genutzt werden, um u.a. die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge zu überwachen und zu steuern.

35 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild der Erfindung,

5    Figur 2 zeigt ein erstes Diagramm, in dem die von einem Klopf-  
sensor aufgenommenen Geräuschsignale sowie deren Hüllkurve dargestellt sind,

10    Figur 3 zeigt ein zweites Diagramm der Erfindung mit der Darstellung des optimierten Messfensters und

15    Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung und Auswertung von Verbrennungsgeräuschen.

20    Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Analyse des Verbrennungsgeräusches bei der Kraftstoffeinspritzung in eine Brennkammer (Zylinder) einer Brennkraftmaschine, das als Blockschaltbild dargestellt ist. Es weist im wesentlichen einen Algorithmus auf, der zur Auswertung des von einem Klopf-  
25    sensor erfassten Verbrennungsgeräusches ausgebildet ist. Die dargestellte Geräuschkurve enthält neben den eigentlichen Verbrennungsgeräuschen, die durch Zündung des Luft-  
30    Kraftstoffgemisches in der Brennkammer beziehungsweise in dem Zylinder der Brennkraftmaschine entstehen, noch weitere Geräusche, die beispielsweise durch Schwingungen beweglicher Teile des Motors (Kolben, Kurbelwelle usw.) oder seiner Zusatzaggregate wie Lichtmaschine, Öl- und Wasserpumpe, Getriebe, Antrieb, Auspuff usw. entstehen. Diese Störgeräusche überlagern das eigentliche Verbrennungsgeräusch, das bei jedem Einspritzimpuls entsteht. Insbesondere mit Kraftstoff-  
35    Direkteinspritzung arbeitende Diesel- und Benzinmotoren mit Common Rail oder Pumpe-Düse Einspritzsystemen arbeiten mit feindosierten Kraftstoffmengen, die häufig in Form von Mehrfacheinspritzungen innerhalb eines Einspritzzyklusses abgesetzt werden. Die Steuerung der einzelnen Einspritzimpulse

ist sehr komplex und erfordert höchste Präzision und Zuverlässigkeit.

Um die Anforderungen von Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine wie Emissionen, Verbrauch, Laufruhe usw. zuverlässig erfüllen zu können, ist es u.a. erforderlich, dass eine Steuervorrichtung bei einem Einspritzimpuls die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge erfasst und dann das Einspritzsystem entsprechend steuert. Figur 1 zeigt den schematisierten Ablauf, der nachfolgend erläutert wird.

Das vom Klopfsensor aufgenommene Signal wird zunächst über eine Gleichrichtereinheit 1 geführt, um eine Hüllkurve für das erfasste Verbrennungsgeräusch zu bilden. Erfindungswesentlich ist, dass das Verbrennungssignal in einem Messfenster erfasst wird, das für einen Einspritzimpuls individuell angepasst ist und je nach Betriebsbedingungen variiert werden kann. Das Messfenster wird mit Hilfe eines Algorithmus bestimmt, der insbesondere einen Start- und einen Endpunkt festlegt. Das Messfenster ist somit bezüglich seiner Lage und seiner Länge relativ zum Drehwinkel der Kurbelwelle festgelegt. Es wird so klein wie möglich ausgebildet, um praktisch nur das Verbrennungsgeräusch zu erfassen, das innerhalb eines Einspritzzyklusses einem ausgewählten Einspritzimpuls zugeordnet ist.

Beispielsweise wird zunächst der Endpunkt des Messfensters so festgelegt, dass das Messfenster vor dem Beginn des Verbrennungsgeräusches eines nachfolgenden Einspritzimpulses geschlossen ist. Der Startpunkt des Messfensters kann bei einer vorgegebenen festen Länge des Fensters einfach zurückgerechnet werden. Dadurch werden die Anteile des Verbrennungsgeräusches vor und nach dem Start des Einspritzimpulses (SOI) erfasst.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, den Startpunkt des Messfensters auf den Beginn des Verbrennungs-

geräusches zu legen. Dieser Punkt kann beispielsweise durch einen Anstieg der Hüllkurve erkannt werden.

Alternativ ist vorgesehen, das Messfenster so zu legen, dass  
5 es nur während des Auftretens des Verbrennungsgeräusches aktiviert ist und mit dem Beginn des Verbrennungsgeräusches aktiviert wird.

Die aus der Gleichrichtung gewonnene Hüllkurve des Verbrennungsgeräusches wird anschließend auf ein Tiefpassfilter 2  
10 geleitet. Dieser Teil des Algorithmus ermittelt beispielsweise durch Differenzieren oder Filtern der Hüllkurve ein oder mehrere lokale Minimalwerte. Ein lokaler Minimalwert entsteht typischerweise zwischen zwei Einspritzimpulsen, beispielsweise  
15 zwischen einer Voreinspritzung und einer Haupteinspritzung. Es lokalisiert somit den Beginn des Verbrennungsgeräusches.

Treten mehrere lokalen Minimalwerte auf, da wird in einer  
20 Einheit zur Minimumermittlung 3 der kleinste lokale Minimalwert zum Beispiel durch Vergleich der gefundenen lokalen Minimalwerte herausgefiltert. Dieser absolute lokale Minimalwert wird dann für den Beginn des Verbrennungsgeräusches festgelegt und ist dann für den Startpunkt des Messfensters  
25 am Ausgang der Einheit 3 abgreifbar.

Es hat sich gezeigt, dass der Startpunkt des Messfensters bezogen auf den Einspritzbeginn (SOI) um einen Kurbelwellenwinkel  $\pm 4^\circ \text{crk}$  verändert werden kann. Hierbei ist noch bei der  
30 Haupteinspritzung eine Zündverstellung von ca  $-6^\circ \text{crk}$  für einen entsprechenden Motortyp zu berücksichtigen.

Wie bereits erwähnt, ist auch die Länge des Messfensters variierbar. Wurde der Startpunkt des Messfensters durch Analyse  
35 der Hüllkurve bestimmt, kann eine variable Fensterlänge gewählt werden. Dieses erfordert jedoch einen Kompensationsfak-

tor, mit dem unterschiedliche, längenabhängige Signalenergien vergleichbar gemacht werden können.

Die Baugruppen 2 und 3 werden vorzugsweise durch ein Softwareprogramm realisiert, das von einer entsprechenden Vorrichtung abgearbeitet wird.

Bei dem ersten Diagramm gemäß Figur 2 ist der Verlauf des von einem Klopfsensor aufgenommenen ungefilterten Geräuschsignals G (Körperschallsignal) dargestellt. Die Skalierung auf der Y-Achse gibt die Amplitude und damit seine Intensität an. Auf der X-Achse wurde der Drehwinkel der Kurbelwelle in °crk aufgetragen. Die fett dargestellte Kurve entspricht der Hüllkurve H, die durch die Gleichrichtung erhalten wurde.

Wie dem Diagramm entnehmbar ist, sind im mittleren Bereich die Amplituden des Geräuschsignals G besonders stark, während sie rechts und links davon schwächer verlaufen. Der mittlere Bereich dieses Geräuschsignals G entspricht dem eines Einspritzimpulses, beispielsweise einer Haupteinspritzung, während der seitliche Verlauf dem Störsignal entspricht. Die Hüllkurve H hat einen ähnlichen Verlauf. Ihre Amplitude ist an den Randseiten deutlich kleiner als im Bereich des Einspritzimpulses. Auffallend ist des weiteren, dass die Hüllkurve H im mittleren Bereich zwei lokale Minimalwerte M1, M2 aufweist, wobei M2 den kleinsten lokalen Minimalwert bildet. Die beiden lokalen Minimalwerte können mit dem Tiefpassfilter oder durch Ableitung der Hüllkurve gemäß Figur 1 bestimmt werden. Der kleinste lokale Minimalwert M2 wird somit als Beginn des Verbrennungsgeräusches (SOC) verwendet.

Figur 3 zeigt ein zweites Diagramm, bei dem wieder die Geräuschsignale G als oszillierende Kurve dargestellt sind. Zu dieser Kurve wurde zusätzlich das ermittelte Messfenster M eingetragen. Wie der Figur 3 entnehmbar ist, ist das Messfenster M etwa im Bereich 175 bis 190°crk aktiviert, alle anderen Bereiche werden unterdrückt. Dieser Bereich entspricht



dem Verbrennungsgeräusch eines einzelnen Einspritzimpulses des zweiten Zylinders der Brennkraftmaschine. Weitere Einspritzimpulse, wie sie in Figur 3 etwas weiter rechts vom Messfenster M dargestellt sind, werden dagegen unterdrückt und können somit die Auswertung des zu betrachtenden Verbrennungsgeräusches nicht beeinflussen.

Um aus der Amplitude oder der Intensität des innerhalb des Messfensters M gemessenen Verbrennungsgeräusches die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge bestimmen zu können, wird eine Vergleichstabelle herangezogen, die zuvor für einen bestimmten Motortyp, bestimmte Betriebsparameter, eine bestimmte Länge des Messfensters M usw. ermittelt wurde.

Figur 4 zeigt eine Vorrichtung zur Analyse des Verbrennungsgeräusches, die als Blockschaltbild schematisch dargestellt ist. Eine Steuervorrichtung 15 ist vorzugsweise über ein Bussystem mit einem Klopfsensor 14 verbunden, der im allgemeinen als Körperschallsensor ausgebildet ist. Der Klopfsensor 14 ist an einer geeigneten Stelle der Brennkraftmaschine 10 angeordnet, möglichst in der Nähe des Zylinders 11. Die Brennkraftmaschine 10 weist übliche Baugruppen auf: wenigstens einen Zylinder 11, in dem ein Kolben 12 alternierend beweglich angeordnet ist und der seine Bewegungsenergie über eine Pleuelstange auf eine Kurbelwelle 18 überträgt. Zur Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum des Zylinders 11 ist ein Einspritzventil oder Injektor 13 an geeigneter Stelle angebracht. Der Injektor 13 wird vorzugsweise von einem piezoelektrischen Aktor betätigt. Der Kraftstoff fließt dabei mit hohem Druck über eine Zuleitung 13a in den Injektor 13.

Zur Bestimmung des Drehwinkels  $\text{crk}$  der Kurbelwelle 18 ist vorzugsweise an einem Zahnkranz der Kurbelwelle 18 ein Winkelsensor 17 angeordnet, so dass stets der aktuelle Drehwinkel der Kurbelwelle 18 exakt ermittelt werden kann. Die Signale des Winkelsensors 17 werden ebenfalls über das Bussystem zur Steuervorrichtung 15 übertragen.

Die Steuervorrichtung 15 weist die üblichen Einheiten wie einen programmgesteuerten Rechner, einen Speicher 16, Auswerteeinheiten usw. auf. Diese Einheiten wurden bereits zuvor erläutert. Das Softwareprogramm mit dem erfindungsgemäßen Algorithmus wird ebenso wie die erfassten oder ermittelten Daten, Vergleichstabellen usw. zumindest temporär in dem Speicher 16 so lange gespeichert, wie sie für die Datenverarbeitung oder Steuerung der Brennkraftmaschine 10 benötigt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Analyse des Verbrennungsgeräusches bei der Kraftstoffeinspritzung in einen Zylinder (11) einer Brennkraftmaschine (10), wobei das Verbrennungsgeräusch innerhalb eines Einspritzzyklusses in einem Messfenster (M) erfasst wird, das zu einem Drehwinkel der Kurbelwelle (18) der Brennkraftmaschine (10) korrespondiert, dadurch gekennzeichnet, dass ein Algorithmus gebildet wird, mit dem für das Messfenster (M) eine von Betriebsparametern abhängige variierbare Start- und/oder Endposition des Messfenster (M) bestimmt wird, um das Verbrennungsgeräusch eines individuellen Einspritzimpulses zu erfassen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Endposition des Messfensters (M) unmittelbar vor dem Beginn der Verbrennung (SOC) eines nachfolgenden Einspritzimpulses gelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Startposition des Messfensters (M) durch eine feste zeitliche Länge oder einen festen Drehwinkel vorgegeben ist, der von der Endposition des Messfensters (M) zurückgerechnet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messfensters (M) mit dem Beginn der Einspritzung (SOI) oder unmittelbar vor Beginn der Verbrennung (SOC) des zu betrachtenden Einspritzimpulses gestartet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Startposition und/oder die Länge des Messfensters (M) durch Analyse der Hüllkurve (H) bestimmt wird, die aus dem empfangenen Verbrennungsgeräusch gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass von der Hüllkurve (H), die über zwei benachbarte Einspritzimpulse, beispielsweise über eine Vor- und eine  
5      Haupteinspritzung ermittelt wird, durch Tiefpassfilterung wenigstens ein lokaler Minimalwert (LM) bestimmt wird, dessen Position als Startposition für das Messfenster (M) verwendet wird.
- 10    7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren lokalen Minimalwerten (LM) der kleinste Minimalwert (LM) als Startposition für das Messfenster (M) verwendet wird.
- 15    8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messfenster (M) unter Berücksichtigung einer Zündverzögerung und/oder einem Motortyp im Intervall  $\pm 4^\circ$  Kurbelwellenwinkel (crk) bezüglich des Beginns des Verbrennungsgeräusches positioniert  
20      ist.
9. Vorrichtung zur Analyse des Verbrennungsgeräusches bei der Kraftstoffeinspritzung in einen Zylinder (11) einer Brennkraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Klopfsensor (14) zur Erfassung des  
25      Verbrennungsgeräusches und mit einem Winkelsensor (17) zur Erfassung des Drehwinkels der Kurbelwelle (18) der Brennkraftmaschine (10),  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t , dass eine  
30      Steuervorrichtung (15) vorgesehen ist, dass die Steuervorrichtung (15) ein Softwareprogramm mit einem Algorithmus aufweist und dass der Algorithmus ausgebildet ist, eine von Betriebsbedingungen abhängige variierbare Start- und/oder Endposition des Messfensters (M) für ein zu erfassendes individuelles Verbrennungsgeräusch festzulegen.  
35

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (15) ausgebildet ist, aus der Amplitude oder der Intensität des Verbrennungsgeräusches eine eingespritzte Kraftstoffmenge zu quantifizieren.
- 5
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (15) das Verbrennungsgeräusch an einem direkt einspritzenden Diesel- oder Benzinmotor erfasst.

1/3

FIG 1

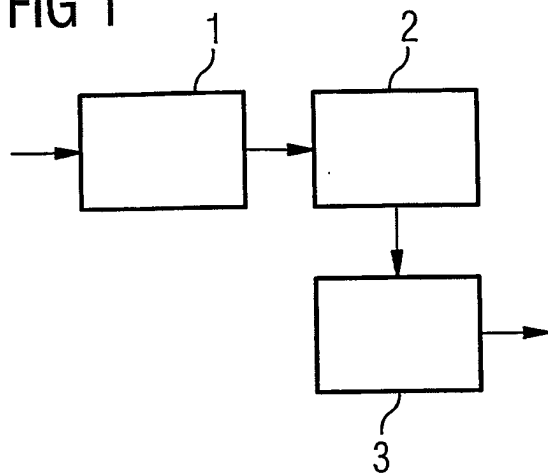


FIG 4

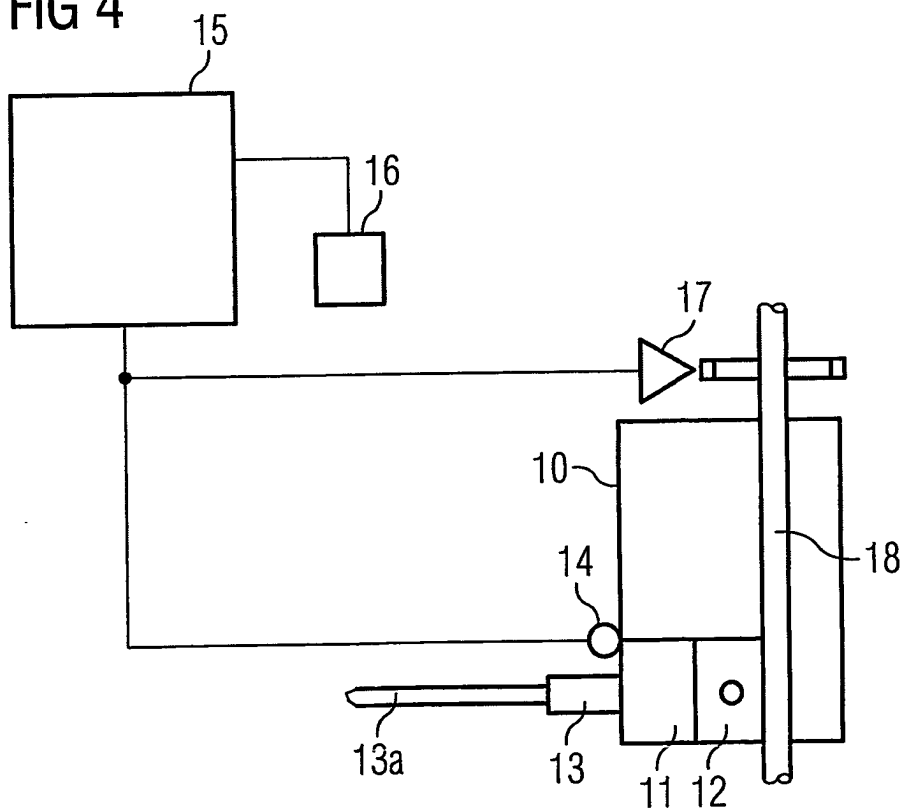
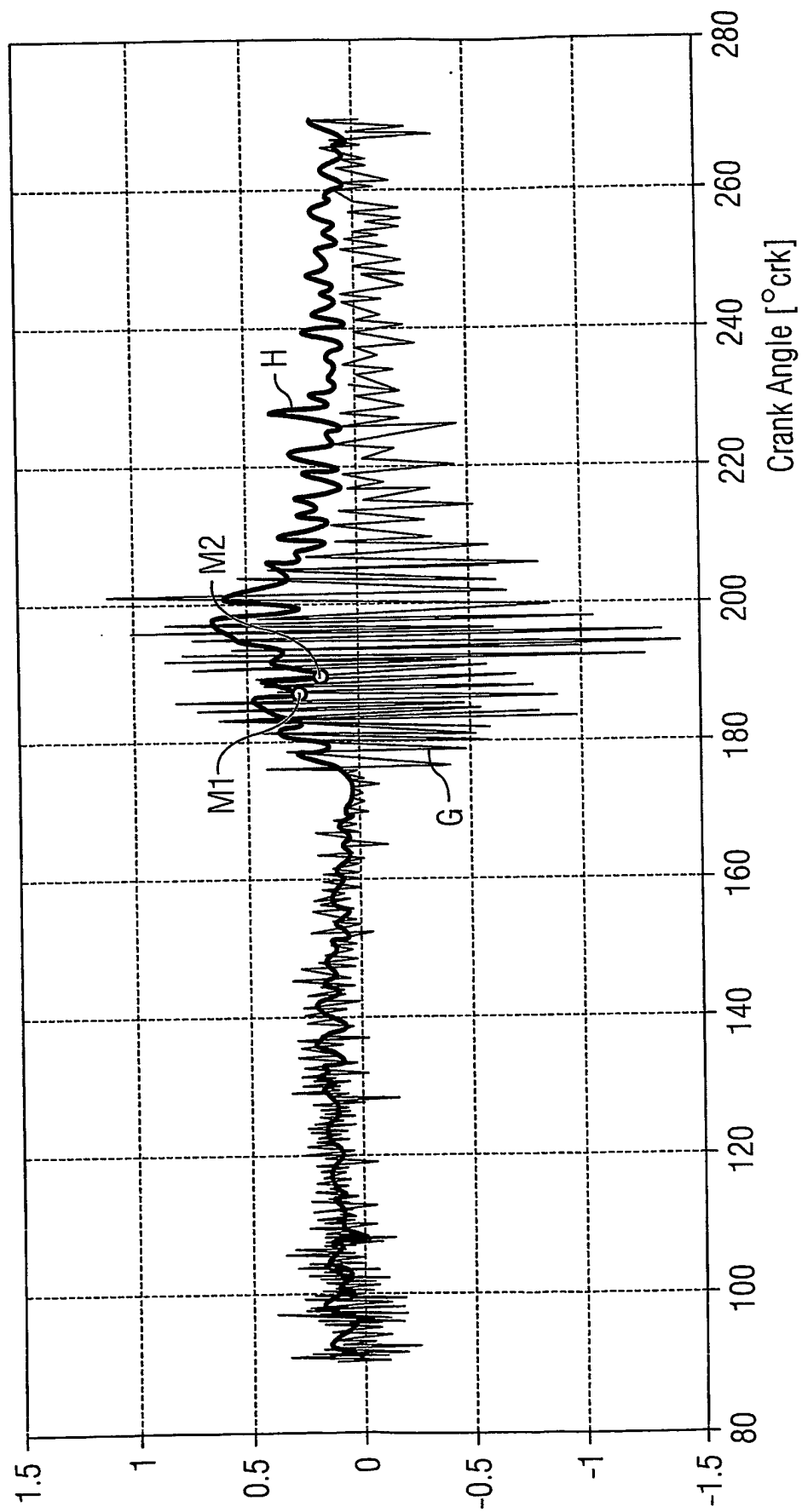
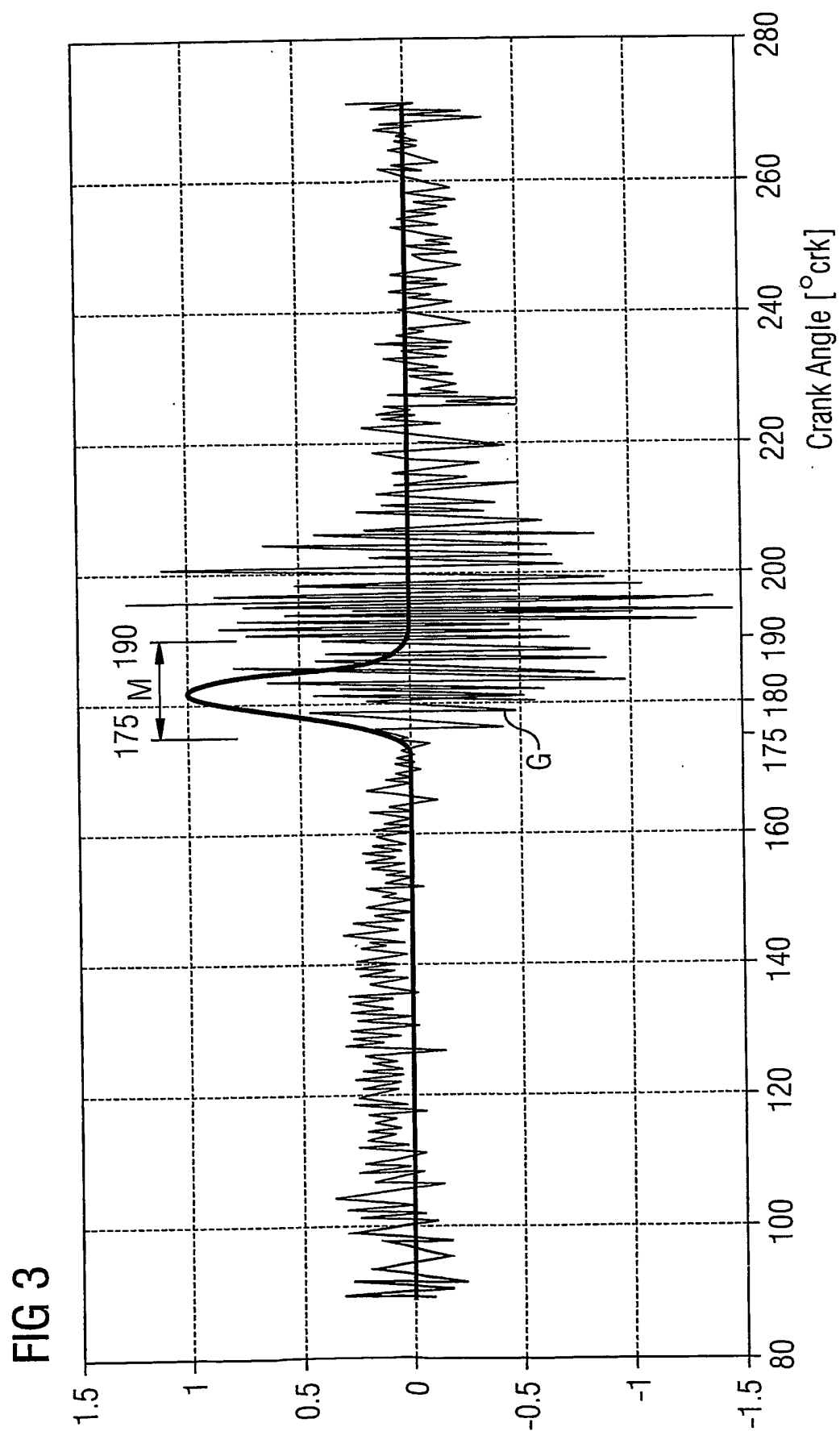


FIG 2



3/3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052514

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02D35/02 F02D41/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/17010 A (HARTKE ANDREAS ; SCHOEPP DETLEV (DE); SIEMENS AG (DE); PRZYMUSINSKI A) 8 April 1999 (1999-04-08) page 5, line 5 - page 6, line 20 page 8, line 3 - page 9, line 8 figures 3,4	1-5,8-11
X	DE 198 44 746 C (SIEMENS AG) 20 April 2000 (2000-04-20) column 4, lines 1-54 figures 4-6	1-4,8,9, 11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 05, 14 September 2000 (2000-09-14) -& JP 2000 054907 A (TOYOTA MOTOR CORP), 22 February 2000 (2000-02-22) abstract; figure 2	1,4,8,9
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2005

Date of mailing of the international search report

08/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052514

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>DE 196 12 180 C (SIEMENS AG)          6 March 1997 (1997-03-06)          column 2, line 44 - column 3, line 36          figure 1</p> <p>-----</p>	1,9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052514

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9917010	A	08-04-1999	WO 9917010 A1	08-04-1999
			DE 59801054 D1	23-08-2001
			EP 1019625 A1	19-07-2000
			US 6390068 B1	21-05-2002
DE 19844746	C	20-04-2000	DE 19844746 C1	20-04-2000
			FR 2783875 A1	31-03-2000
			US 6196184 B1	06-03-2001
JP 2000054907	A	22-02-2000	JP 3334633 B2	15-10-2002
DE 19612180	C	06-03-1997	DE 19612180 C1	06-03-1997
			BR 9708359 A	03-08-1999
			CN 1214758 A ,B	21-04-1999
			CZ 9803012 A3	12-05-1999
			WO 9736097 A1	02-10-1997
			DE 59700395 D1	07-10-1999
			EP 0890021 A1	13-01-1999
			KR 2000004977 A	25-01-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052514

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02D35/02 F02D41/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/17010 A (HARTKE ANDREAS ; SCHOEPPE DETLEV (DE); SIEMENS AG (DE); PRZYMUSINSKI A) 8. April 1999 (1999-04-08) Seite 5, Zeile 5 - Seite 6, Zeile 20 Seite 8, Zeile 3 - Seite 9, Zeile 8 Abbildungen 3,4	1-5,8-11
X	DE 198 44 746 C (SIEMENS AG) 20. April 2000 (2000-04-20) Spalte 4, Zeilen 1-54 Abbildungen 4-6	1-4,8,9, 11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 05, 14. September 2000 (2000-09-14) -& JP 2000 054907 A (TOYOTA MOTOR CORP), 22. Februar 2000 (2000-02-22) Zusammenfassung; Abbildung 2	1,4,8,9
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Röttger, K

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DE 196 12 180 C (SIEMENS AG)          6. März 1997 (1997-03-06)          Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 36          Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1,9

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052514

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9917010	A	08-04-1999	WO 9917010 A1	08-04-1999
			DE 59801054 D1	23-08-2001
			EP 1019625 A1	19-07-2000
			US 6390068 B1	21-05-2002
DE 19844746	C	20-04-2000	DE 19844746 C1	20-04-2000
			FR 2783875 A1	31-03-2000
			US 6196184 B1	06-03-2001
JP 2000054907	A	22-02-2000	JP 3334633 B2	15-10-2002
DE 19612180	C	06-03-1997	DE 19612180 C1	06-03-1997
			BR 9708359 A	03-08-1999
			CN 1214758 A , B	21-04-1999
			CZ 9803012 A3	12-05-1999
			WO 9736097 A1	02-10-1997
			DE 59700395 D1	07-10-1999
			EP 0890021 A1	13-01-1999
			KR 2000004977 A	25-01-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**